

EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN SAWOJAJAR KECAMATAN KEDUNGKANDANG KOTA MALANG

Dewa Hari Wicaksono¹, Ruslin Anwar², Suroso²

1. Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Brawijaya

2. Dosen Teknik Sipil Universitas Brawijaya

email : dewa_tsub09@yahoo.com

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan merencanakan ulang kapasitas dari saluran drainase pada kawasan perumahan Sawojajar, dimana selama ini selalu terjadi banjir pada saat musim hujan datang. Beberapa data yang digunakan dalam studi ini didapat dari beberapa sumber seperti Bappeda, BMKG, dan Dinas PU Kota Malang. Perencanaan ulang ini menggunakan debit banjir rancangan dengan kala ulang 5, 10, dan 25 tahun. Hasil perencanaan ulang ini sendiri sebagai contoh adalah sebagai berikut : untuk saluran A dengan kapasitas awal = $8,42 \text{ m}^3/\text{detik}$, setelah direncanakan ulang kapasitasnya menjadi $8,95 \text{ m}^3/\text{detik}$ berdasarkan Q_5 , $10,02 \text{ m}^3/\text{detik}$ berdasarkan Q_{10} , dan $10,55 \text{ m}^3/\text{detik}$ berdasarkan Q_{25} .

Kata Kunci : Banjir, Drainase, Saluran

Abstract : The purpose of this research is to identify and redesign the capacity of the drainage channel on Sawojajar residential area, which has always floods when the rainy season comes. Some of the data used in this study come from several sources such as Bappeda, BMKG, and PU Malang. This redesign is using flood discharge of repeated 5, 10, and 25 years. The results of the redesign itself as an example is as follows : for A channel with an initial capacity = $8,42 \text{ m}^3/\text{s}$, after redesign it's capacity become $8,95 \text{ m}^3/\text{s}$ based on Q_5 , $10,02 \text{ m}^3/\text{s}$ based on Q_{10} , and $10,55 \text{ m}^3/\text{s}$ based on Q_{25} .

Key Words : Flood, Drainage, Channel

PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini *Global Warming* sudah menjadi pembicaraan hangat di seluruh dunia. Meningkatnya kandungan gas Karbon Dioksida (CO_2) di udara akibat penebangan liar adalah salah satu dari beberapa penyebab terjadinya efek rumah kaca pada permukaan bumi. Efek rumah kaca ini menimbulkan beberapa dampak negatif bagi kehidupan manusia, di Indonesia beberapa efek yang dapat dirasakan adalah perubahan iklim yang menyebabkan meningkatnya intensitas air hujan pada musim hujan dan meningkatnya suhu secara ekstrim pada musim kemarau.

Dengan semakin meningkatnya intensitas air hujan pada musim hujan, bencana banjir hampir selalu terjadi di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah di kawasan perumahan Sawojajar yang terletak di Kecamatan

Kedungkandang, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. Perumahan Sawojajar yang terletak di kawasan Sawojajar merupakan salah satu perumahan yang terbesar di Kota Malang, dimana dalam perkembangannya perumahan ini, menyimpan beberapa permasalahan, salah satunya banjir yang pernah terjadi di tahun 2008 dan kejadian genangan setiap musim penghujan yang disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang sudah tidak menampung debit limpasan, akibat perubahan tata guna lahan dan endapan sampah, selain itu perencanaan drainase yang tidak tepat, menjadikan aliran air yang seharusnya mengarah ke Sungai Bango yang berada dekat dengan Perumahan Sawojajar I lebih banyak yang berputar-putar terlebih dahulu. Limpahan aliran air dari kawasan perumahan Sawojajar II, juga dialirkan ke kawasan perumahan Sawojajar I.

Akibatnya, air banyak tertumpu di drainase Perumahan Sawojajar I, sehingga sering terjadi banjir di perumahan Sawojajar apabila musim hujan telah tiba.

Adapun rumusan masalah berdasarkan pada latar belakang penulisan diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis hidrologi pada kawasan perumahan Sawojajar?
2. Berapa besar debit banjir rancangan pada kala ulang 5, 10, dan 25 tahun?
3. Apakah dimensi saluran yang sudah ada di daerah studi mampu menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5, 10, dan 25 tahun?
4. Bagaimana dimensi saluran drainase yang akan direncanakan ulang apabila saluran drainase yang ada tidak mampu menampung debit banjir rancangan?

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar curah hujan yang terjadi pada lokasi studi dan berapa besar kapasitas saluran drainase yang ada sehingga dapat direncanakan saluran drainase dengan kapasitas yang memadai agar lokasi studi dapat terhindar dari bencana banjir.

Drainase adalah suatu sistem yang berfungsi sebagai pengendali air di suatu kawasan agar terhindar dari banjir, dimana cara kerja jaringan drainase adalah mengalirkan air hujan atau air limbah dari suatu daerah menuju ke sungai. Dalam bahasa indonesia, drainase bisa merujuk pada *parit* di permukaan tanah atau *gorong-gorong* di bawah tanah. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir.

Analisa Hidrologi

Dalam perencanaan curah hujan rancangan dapat digunakan analisa dengan cara statistik, dimana terdapat beberapa jenis distribusi frekuensi dalam statistik yang umum digunakan dalam bidang hidrologi, salah satunya adalah distribusi Log-Pearson III.

Prosedur untuk menghitung curah hujan rancangan dengan distribusi Log-Pearson III adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan harian maksimum (X_i) diubah menjadi bentuk logaritma ($\log X$)
- Dihitung nilai Logaritma Rata-rata ($\log X$) :

$$\log X = \frac{\sum \log X_i}{n} \dots\dots\dots 1$$

- Menghitung nilai Simpangan Baku (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots 2$$

- Menghitung nilai Koefisien Kepencengan (C_s) :

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\log X_i - \log X)^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \dots\dots\dots 3$$

- Menghitung nilai Logaritma Curah Hujan Rancangan :

$$\log X_T = \log X + G \cdot S \dots\dots\dots 4$$

- Dihitung anti log dari $\log X_T$ untuk mendapatkan nilai curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu (X_T)

Dengan :

X = Rata-rata Curah Hujan Maksimum (mm).

X_i = Curah Hujan Maksimum Stasiun ke-i (mm)

n = Jumlah Stasiun Hujan

S = Simpangan Baku (mm)

C_s = Koefisien Kepencengan

C_v = Koefisien Variasi

X_T = Curah Hujan Rancangan (mm)

K = Faktor Frekuensi

G = Faktor Frekuensi Untuk Distribusi Log-Pearson III

Debit Banjir Rancangan

Untuk menentukan debit banjir rancangan atau kapasitas saluran drainase harus dihitung terlebih dahulu jumlah air hujan dan jumlah air rumah tangga yang akan melewati saluran drainase dalam daerah perencanaan. Debit rancangan

(Q_{ranc}) adalah jumlah dari debit air hujan (Q_{ah}) dan debit air buangan rumah tangga (Q_{ak}).

$$Q_{\text{ranc}} = Q_{\text{ah}} + Q_{\text{ak}} \dots\dots\dots 5$$

Dengan :

Q_{ranc} = Debit rancangan (m^3/detik)

Q_{ah} = Debit Air Hujan (m^3/detik)

Q_{ak} = Debit Air Kotor (m^3/detik)

Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besarnya debit maksimum yang mengalir di saluran drainase akibat hujan yang turun. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan rumus rasional, dengan rumus ini dipengaruhi oleh koefisien pengaliran pada daerah perencanaan, intensitas hujan, dan luas daerah pengaliran.

$$Q_{\text{ah}} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots 6$$

Dengan:

Q_{ah} = Debit Air Hujan Maksimum (m^3/det)

C = Koefisien Pengaliran/Limpasan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (km^2)

0,278 = Faktor Konversi

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir akibat turunnya hujan di suatu daerah dengan jumlah air hujan yang turun pada daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan pemanfaatan lahan dan aliran sungai.

Penentuan nilai koefisien suatu pengaliran suatu daerah yang terdiri dari beberapa jenis tata guna lahan ini dilakukan dengan mengambil rata-rata koefisien pengaliran dari setiap tata guna lahan dengan menghitung bobot masing-masing bagian sesuai dengan luas daerah yang diwakilinya. Adapun cara perhitungannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suhardjono, 1984) :

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots 7$$

Dengan :

C = Koefisien Pengaliran Rata-rata

A_i = Luas daerah masing-masing tata guna lahan

C_i = Koefisien Pengaliran masing-masing tata guna lahan

Intensitas

Intensitas hujan adalah tinggi air hujan persatuan waktu dengan satuan mm/jam . Besarnya intensitas air hujan yang berbeda-beda disebabkan oleh lamanya hujan atau frekuensi terjadinya hujan. Stasiun hujan yang terdapat di sekitar daerah perencanaan adalah stasiun penakar hujan harian, oleh karena itu digunakan rumus mononobe untuk mendapatkan intensitas hujan. Adapun rumus tersebut adalah sebagai berikut (Subarkah, 1980) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots 8$$

$$t_c = t_0 + t_d \dots\dots\dots 9$$

$$t_0 = \frac{0,0195}{60} (L_0 \cdot S_0^{-1/2})^{0,77} \dots\dots 10$$

$$t_d = L / (3600 \cdot v) \dots\dots\dots 11$$

Dengan

t_c = Waktu Konsentrasi (Jam)

t_0 = Inlet Time, (Jam)

t_d = Conduit Time (Jam)

L = Panjang Saluran (m)

L_0 = Panjang Aliran yang Mengalir di Permukaan (m)

S = Kemiringan Rerata Saluran

S_0 = Kemiringan Permukaan yang Dilalui Aliran

Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air kotor buangan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Untuk memperkirakan jumlah air kotor yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah perencanaan. Kebutuhan

air bersih untuk daerah perencanaan adalah sebesar 150 liter/hari/orang. Air buangan rumah tangga diperhitungkan berdasarkan penyediaan air minumnya. Diperkirakan besarnya air buangan yang masuk ke saluran pengumpul air buangan sebesar 90% dari kebutuhan standart air minum (Suhardjono, 1984).

Sehingga besarnya air kotor adalah :

$$q = 90\% \cdot 150 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 135 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 1,5625 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det/orang}$$

$$Q = (Pn \cdot q) / A \dots\dots\dots 12$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit Air Kotor/ha (m}^3/\text{det/ha)}$$

$$Pn = \text{Jumlah Penduduk (orang)}$$

$$q = \text{Jumlah Kebutuhan Air Kotor (m}^3/\text{det/orang)}$$

$$A = \text{Luas permukiman (ha)}$$

Prediksi Jumlah Penduduk

Dalam perencanaan suatu sistem drainase perlu diketahui besarnya jumlah penduduk untuk memperkirakan jumlah air buangan/limbah yang akan masuk kedalam saluran drainase. Jumlah penduduk dapat dihitung sesuai dengan kepadatan penduduk di daerah kajian dan dapat dihitung berdasarkan metode geometrik dan eksponensial.

Metode Geometrik

$$Pn = Po \cdot (1 + r)^n \dots\dots\dots 13$$

Metode Eksponensial

$$Pn = Po \cdot e^{r \cdot n} \dots\dots\dots 14$$

Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Evaluasi sistem jaringan drainase yang ada digunakan untuk mengetahui saluran-saluran yang tidak mampu menampung debit air hujan dengan intensitas tertentu dan limbah domestik sebagai penyebab terjadinya genangan. Jika $Q_{ranc} > Q_{kap}$ maka saluran perlu untuk direncanakan ulang, sedangkan jika $Q_{ranc} < Q_{kap}$ maka tidak perlu dilakukan perencanaan ulang.

Kapasitas Saluran Drainase

Besarnya kapasitas saluran drainase ditentukan berdasarkan dimensi saluran pada peta jaringan drainase. Rumus untuk perhitungan kapasitas saluran adalah sebagai berikut (Chow, 1997) :

$$Q_{kap} = A \cdot v \dots\dots\dots 15$$

$$v = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots 16$$

Dengan :

$$Q = \text{Kapasitas Saluran (m}^3/\text{det)}$$

$$A = \text{Luas Penampang Saluran (m}^2)$$

$$v = \text{Kecepatan Aliran (m/det)}$$

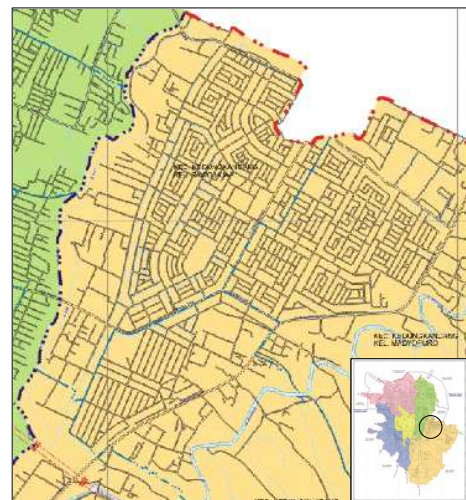
$$R = \text{Jari-jari Hidrolis Saluran (m)}$$

$$S = \text{Kemiringan Saluran}$$

$$n = \text{Koefisien Kekasaran Manning}$$

METODE PENELITIAN

Berikut adalah peta lokasi studi yaitu kawasan perumahan Sawojajar kota Malang seperi yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi.

Data Yang Dibutuhkan

Dalam perencanaan sistem drainase ini diperlukan beberapa data sebagai berikut :

1. Peta Topografi
2. Peta Jaringan Drainase
3. Data Curah Hujan (selama 10 tahun) dari tahun 2003 - 2012
4. Data Jumlah Penduduk
5. Peta Tata Guna Lahan

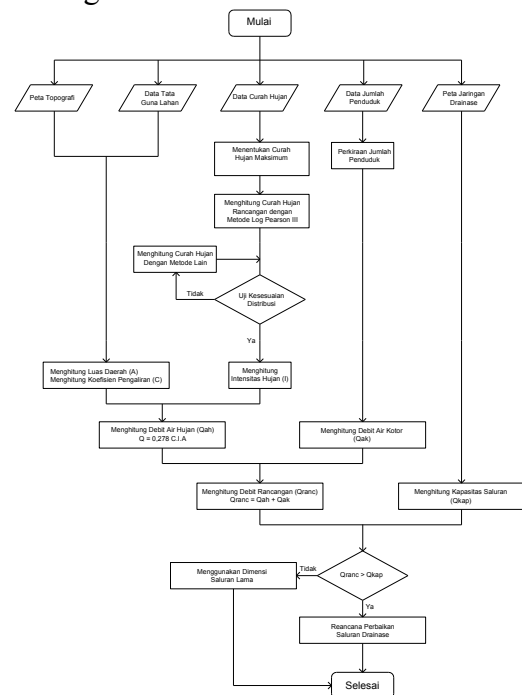
Prosedur Pengolahan Data

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka langkah-langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Curah Hujan Rerata Daerah Maksimum
Karena hanya digunakan satu stasiun hujan, maka hanya dicari curah hujan harian maksimum setiap tahunnya.
2. Menghitung Curah Hujan Rancangan
Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Log Pearson III dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk berbagai sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi ada dua macam, yaitu :
 - a. Uji Smirnov-Kolmogorof
 - b. Uji Chi-Square
3. Menghitung Luas Daerah Pengaliran
Luas daerah pengaliran ini dihitung dengan menggunakan peta topografi dan peta jaringan drainase yang ada, sehingga dapat diketahui luas daerah yang mempengaruhi pengaliran pada suatu saluran.
4. Menghitung Intensitas Hujan
Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan curah hujan rancangan yang sudah didapatkan dengan metode Log Pearson III. Besarnya intensitas hujan ini dipengaruhi oleh lamanya curah hujan.
5. Menghitung Koefisien Pengaliran
Perhitungan dilakukan berdasarkan peta tata guna lahan. Dari peta tersebut akan didapatkan koefisien pengaliran berdasarkan tata guna lahan.
6. Menghitung Debit Air Hujan
Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Rasional, dimana data yang dibutuhkan untuk rumus Rasional adalah luas daerah pengaliran (A), koefisien pengaliran (C), dan intensitas hujan (I).
7. Menghitung Debit Air Kotor
Debit air kotor dapat dihitung dengan mengalikan kebutuhan air bersih dengan jumlah orang/penduduk yang

berada pada luas daerah alirannya masing-masing, dimana jumlah orang/penduduk dihitung berdasarkan metode geometrik dan metode eksponensial

8. Menghitung Debit Banjir Rancangan
Debit banjir rancangan diperoleh dengan menjumlahkan debit air hujan dengan debit air kotor.
9. Menghitung Kapasitas Saluran Drainase
Kapasitas saluran drainase didapatkan dari dimensi saluran drainase yang sudah ada.
10. Evaluasi Saluran Drainase
Dengan membandingkan debit banjir rancangan dengan kapasitas saluran drainase maka dapat diambil kesimpulan apakah suatu saluran perlu diperbaiki atau tidak. Jika debit banjir rancangan melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran perlu diperbaiki, akan tetapi jika debit banjir rancangan tidak melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran tersebut tidak perlu diperbaiki/direncanakan ulang.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat lima stasiun penakar hujan yang berada disekitar lokasi studi, akan tetapi karena jarak antara lokasi studi dan stasiun-stasiun tersebut cukup jauh maka data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan dari stasiun terdekat yaitu stasiun penakar hujan Lowokwaru.

Analisa Hidrologi

Dengan metode log-pearson III didapatkan curah hujan rancangan seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Curah Hujan Rancangan

T (Tahun)	P (%)	XT (mm)
2	50	66,92236696
5	20	82,60057447
10	10	89,23454159
25	4	94,89511215
50	2	97,78213857

Intensitas Hujan (I)

Untuk menentukan besarnya intensitas hujan, perlu diketahui terlebih dahulu besarnya waktu konsentrasi (t_c) seperti pada persamaan (9).

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi hujan persatuan waktu, dengan satuan mm/jam.

Besarnya intensitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8) dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Koefisien Pengaliran (C)

Untuk menghitung nilai koefisien pengaliran (C) harus dihitung nilai rata-rata dari koefisien pengaliran berdasarkan luas daerah tata guna lahan suatu daerah. Pada daerah studi ada 3 jenis penggunaan lahan, yaitu permukiman, perdagangan, dan perkerasan. Dari hasil analisis dengan menggunakan rumus (7) maka nilai rata-rata koefisien pengaliran dapat diketahui. Hasil koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2a. Intensitas Hujan Kala Ulang 5 Tahun

Saluran	L (m)	L ₀ (m)	S	S ₀	t ₀ (jam)	t _c (jam)	t _e (jam)	R ₂₄ (mm)	i (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	456	56,337	0,00449	0,00121	0,09628	0,05217	0,14845	82,60057	102,13999
B	818	492,933	0,00424	0,00014	1,17906	0,13926	1,31832	82,60057	23,81759
C	747,4	85,142	0,00617	0,03993	0,03440	0,10349	0,13789	82,60057	107,28785
C'	352,634	249,933	0,00185	0,00280	0,21928	0,11946	0,33875	82,60057	58,92894
D	747,4	421,244	0,00586	0,00807	0,21807	0,06345	0,28152	82,60057	66,66669
D'	352,634	366,712	0,00142	0,00191	0,34144	0,11695	0,45839	82,60057	48,16755
E	1373,552	452,34	0,00116	0,00862	0,22459	0,55112	0,77571	82,60057	33,91934
E'	397,847	275,46	0,00542	0,00799	0,15788	0,05905	0,21693	82,60057	79,31668
F	656,461	185,481	0,00244	0,01024	0,10579	0,17468	0,28047	82,60057	66,83299
F'	397,847	80,513	0,00542	0,02732	0,03814	0,07420	0,11233	82,60057	123,00051
G	917	142,713	0,00580	0,04274	0,04988	0,14110	0,19098	82,60057	86,34700
H	917	180,716	0,00646	0,03375	0,06552	0,13793	0,20344	82,60057	82,78437
I	1079	156,204	0,00545	0,03713	0,05645	0,21389	0,27034	82,60057	68,49210
J	1079	217,247	0,00565	0,02670	0,08263	0,19262	0,27525	82,60057	67,67432
K	420,34	169,616	0,00476	0,01179	0,09355	0,08593	0,17948	82,60057	89,99947
L	430,888	300,431	0,00371	0,00533	0,19728	0,10034	0,29762	82,60057	64,23946
L'	430,888	114,949	0,00371	0,01392	0,06504	0,10261	0,16765	82,60057	94,18267
M	636,6	185,481	0,00500	0,01941	0,08272	0,14065	0,22336	82,60057	77,78640
N	636,6	114,949	0,00501	0,03132	0,04760	0,14084	0,18844	82,60057	87,12325
O	55,903	40,493	0,010769	0,00247	0,056677	0,005717	0,062394	82,60057	182,03263

Tabel 2b. Intensitas Hujan Kala Ulang 10 Tahun

Saluran	L (m)	L ₀ (m)	S	S ₀	t ₀ (jam)	t _c (jam)	t _e (jam)	R ₂₄ (mm)	i (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	456	56,337	0,00449	0,00121	0,09628	0,05217	0,14845	89,23454	110,34324
B	818	492,933	0,00424	0,00014	1,17906	0,13926	1,31832	89,23454	25,73047
C	747,4	85,142	0,00617	0,03993	0,03440	0,10349	0,13789	89,23454	115,90455
C'	352,634	249,933	0,00185	0,00280	0,21928	0,11946	0,33875	89,23454	63,66175
D	747,4	421,244	0,00586	0,00807	0,21807	0,06345	0,28152	89,23454	72,02094
D'	352,634	366,712	0,00142	0,00191	0,34144	0,11695	0,45839	89,23454	52,03607
E	1373,552	452,34	0,00116	0,00862	0,22459	0,55112	0,77571	89,23454	36,64353
E'	397,847	275,46	0,00542	0,00799	0,15788	0,05905	0,21693	89,23454	85,68690
F	656,461	185,481	0,00244	0,01024	0,10579	0,17468	0,28047	89,23454	72,20060
F'	397,847	80,513	0,00542	0,02732	0,03814	0,07420	0,11233	89,23454	132,87915
G	917	142,713	0,00580	0,04274	0,04988	0,14110	0,19098	89,23454	93,28186
H	917	180,716	0,00646	0,03375	0,06552	0,13793	0,20344	89,23454	89,43310
I	1079	156,204	0,00545	0,03713	0,05645	0,21389	0,27034	89,23454	73,99297
J	1079	217,247	0,00565	0,02670	0,08263	0,19262	0,27525	89,23454	73,10950
K	420,34	169,616	0,00476	0,01179	0,09355	0,08593	0,17948	89,23454	97,22767
L	430,888	300,431	0,00371	0,00533	0,19728	0,10034	0,29762	89,23454	69,39878
L'	430,888	114,949	0,00371	0,01392	0,06504	0,10261	0,16765	89,23454	101,74684
M	636,6	185,481	0,00500	0,01941	0,08272	0,14065	0,22336	89,23454	84,03372
N	636,6	114,949	0,00501	0,03132	0,04760	0,14084	0,18844	89,23454	94,12045
O	55,903	40,493	0,010769	0,00247	0,056677	0,005717	0,062394	89,23454	196,652077

Tabel 2c. Intensitas Hujan Kala Ulang 25 Tahun

Saluran	L (m)	L ₀ (m)	S	S ₀	t ₀ (jam)	t _c (jam)	t _e (jam)	R ₂₄ (mm)	i (mm/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	456	56,337	0,00449	0,00121	0,09628	0,05217	0,14845	94,89511	117,34284
B	818	492,933	0,00424	0,00014	1,17906	0,13926	1,31832	94,89511	27,36267
C	747,4	85,142	0,00617	0,03993	0,03440	0,10349	0,13789	94,89511	123,25692
C'	352,634	249,933	0,00185	0,00280	0,21928	0,11946	0,33875	94,89511	67,70012
D	747,4	421,244	0,00586	0,00807	0,21807	0,06345	0,28152	94,89511	76,58957
D'	352,634	366,712	0,00142	0,00191	0,34144	0,11695	0,45839	94,89511	55,33696
E	1373,552	452,34	0,00116	0,00862	0,22459	0,55112	0,77571	94,89511	38,96800
E'	397,847	275,46	0,00542	0,00799	0,15788	0,05905	0,21693	94,89511	91,12243
F	656,461	185,481	0,00244	0,01024	0,10579	0,17468	0,28047	94,89511	76,78063
F'	397,847	80,513	0,00542	0,02732	0,03814	0,07420	0,11233	94,89511	141,30830
G	917	142,713	0,00580	0,04274	0,04988	0,14110	0,19098	94,89511	99,19917
H	917	180,716	0,00646	0,03375	0,06552	0,13793	0,20344	94,89511	95,10627
I	1079	156,204	0,00545	0,03713	0,05645	0,21389	0,27034	94,89511	78,68669
J	1079	217,247	0,00565	0,02670	0,08263	0,19262	0,27525	94,89511	77,74719
K	420,34	169,616	0,00476	0,01179	0,09355	0,08593	0,17948	94,89511	103,39529
L	430,888	300,431	0,00371	0,00533	0,19728	0,10034	0,29762	94,89511	73,80107
L'	430,888	114,949	0,00371	0,01392	0,06504	0,10261	0,16765	94,89511	108,20113
M	636,6	185,481	0,00500	0,01941	0,08272	0,14065	0,22336	94,89511	89,36438
N	636,6	114,949	0,00501	0,03132	0,04760	0,14084	0,18844	94,89511	100,09096
O	55,903	40,493	0,010769	0,00247	0,056677	0,005717	0,062394	94,89511	209,126651

Tabel 3. Nilai Koefisien Pengaliran

Saluran	A1 (m2)	A2 (m2)	A3 (m2)	A (m2)	Ai, Ci			C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
A	19070,478	1482	0	20552,478	12395,81	1111,5	0	0,65721
B	154014,6	2658,5	0	156673,1	100109,5	1993,875	0	0,65170
C	7313,957	4484,4	36859,042	48657,399	4754,072	3363,3	25801,33	0,69709
C'	24090,837	2115,804	4403,492	30610,133	15659,04	1586,853	3082,444	0,66410
D	194625,579	4484,4	12118,528	212228,507	126506,6	3363,3	8482,97	0,65499
D'	51546,163	2115,804	6664,7	60326,667	33650,01	1586,853	4665,29	0,65903
E	272833,782	5494,208	0	278327,99	177342	4120,656	0	0,65197
E'	17045,779	1591,388	11648,347	30285,514	11079,76	1193,541	8153,843	0,67449
F	60767,406	2625,844	0	63393,25	39498,81	1969,383	0	0,65414
F'	0	1591,388	23552,496	25143,884	0	1193,541	16486,75	0,70316
G	50589,554	5043,5	52521,371	108154,425	32883,21	3782,625	36764,96	0,67894
H	138212,044	4585	23216,778	166013,822	89837,83	3438,75	16251,74	0,65975
I	177154,727	5934,5	18566,938	201656,165	115150,6	4450,875	12996,86	0,65755
J	225545,96	5934,5	17165,882	248646,342	146604,9	4450,875	12016,12	0,65584
K	82440,28	1681,36	0	84121,64	53586,18	1261,02	0	0,65200
L	39727,803	1292,664	3398,044	44418,511	25823,07	969,498	2378,631	0,65674
L'	17251,283	1292,664	4889,405	23433,352	11213,33	969,498	3422,584	0,66595
M	57368,003	3023,85	0	60391,853	37289,2	2267,8875	0	0,65501
N	48794,066	3023,85	0	51817,916	31716,14	2267,8875	0	0,65584
O	1066,851	323,944	0	1390,795	693,4532	242,958	0	0,67329

Debit Air Hujan (Q_{ah})

Jika semua parameter yang diperlukan untuk menghitung besarnya debit air hujan sudah diketahui maka dengan menggunakan persamaan (6) dapat dihitung besarnya debit air hujan pada saluran drainase.

Tabel 4a. Debit Air Hujan Kala Ulang 5 Tahun

Saluran	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q _{ah} (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	0,65721	102,13999	0,02055	0,38323
B	0,65170	23,81759	0,15667	0,67552
C	0,69709	107,28785	0,04866	1,01085
C'	0,66410	58,92894	0,03061	0,33276
D	0,65499	66,66669	0,21123	2,56209
D'	0,65903	48,16755	0,06033	0,53195
E	0,65197	33,91934	0,27833	1,70975
E'	0,67449	79,31668	0,03029	0,45006
F	0,65414	66,83299	0,06339	0,76985
F'	0,70316	123,00051	0,02514	0,60408
G	0,67894	86,34700	0,10815	1,76126
H	0,65975	82,78437	0,16601	2,51868
I	0,65755	68,49210	0,20166	2,52276
J	0,65584	67,67432	0,24865	3,06549
K	0,65200	89,99947	0,08412	1,37117
L	0,65674	64,23946	0,04442	0,52054
L'	0,66595	94,18267	0,02343	0,40827
M	0,65501	77,78640	0,06039	0,85472
N	0,65584	87,12325	0,05182	0,82244
O	0,67329	182,03236	0,00139	0,04735

Tabel 4b. Debit Air Hujan Kala Ulang 10 Tahun

Saluran	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q _{ah} (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	0,65721	110,34324	0,02055	0,41401
B	0,65170	25,73047	0,15667	0,72977
C	0,69709	115,90455	0,04866	1,09204
C'	0,66410	63,66175	0,03061	0,35948
D	0,65499	72,02094	0,21123	2,76786
D'	0,65903	52,03607	0,06033	0,57467
E	0,65197	36,64353	0,27833	1,84706
E'	0,67449	85,68690	0,03029	0,48621
F	0,65414	72,20060	0,06339	0,83167
F'	0,70316	132,87915	0,02514	0,65259
G	0,67894	93,28186	0,10815	1,90271
H	0,65975	89,43310	0,16601	2,72096
I	0,65755	73,99297	0,20166	2,72537
J	0,65584	73,10950	0,24865	3,31170
K	0,65200	97,22767	0,08412	1,48130
L	0,65674	69,39878	0,04442	0,56235
L'	0,66595	101,74684	0,02343	0,44106
M	0,65501	84,03372	0,06039	0,92337
N	0,65584	94,12045	0,05182	0,88850
O	0,67329	196,65208	0,00139	0,05115

Tabel 4c. Debit Air Hujan Kala Ulang 25 Tahun

Saluran	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q _{ah} (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	0,65721	117,34284	0,02055	0,44027
B	0,65170	27,36267	0,15667	0,77606
C	0,69709	123,25692	0,04866	1,16131
C'	0,66410	67,70012	0,03061	0,38229
D	0,65499	76,58957	0,21123	2,94344
D'	0,65903	55,33696	0,06033	0,61112
E	0,65197	38,96800	0,27833	1,96423
E'	0,67449	91,12243	0,03029	0,51705
F	0,65414	76,78063	0,06339	0,88443
F'	0,70316	141,30830	0,02514	0,69399
G	0,67894	99,19917	0,10815	2,02341
H	0,65975	95,10627	0,16601	2,89356
I	0,65755	78,68669	0,20166	2,89826
J	0,65584	77,74719	0,24865	3,52177
K	0,65200	103,39529	0,08412	1,57526

L	0,65674	73,80107	0,04442	0,59802
L'	0,66595	108,20113	0,02343	0,46903
M	0,65501	89,36438	0,06039	0,98194
N	0,65584	100,09096	0,05182	0,94486
O	0,67329	209,12665	0,00139	0,05440

Debit Air Kotor (Q_{ak})

Jumlah kebutuhan air bersih untuk daerah studi adalah 150 liter/orang/hari Diperkirakan besarnya air buangan yang masuk ke saluran pengumpul air buangan sebesar 90% dari kebutuhan standart air minum (Suhardjono, 1984:32). Sehingga besarnya air kotor adalah:

$$q = 90\% \cdot 150 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 135 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 1,5625 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det/orang}$$

Besarnya jumlah penduduk dapat dihitung dengan persamaan (13) dan (14), sedangkan besarnya debit air kotor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (12).

Tabel 5. Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk Tahun 2007	Laju Pertumbuhan Penduduk	Jumlah Tahun Proyeksi	Jumlah Penduduk Tahun ke-n
P ₀ (Jiwa)	r (%)	n	P _t (Jiwa)
29681	1,5	10 (kala ulang 5 tahun)	34484
		15 (kala ulang 10 tahun)	37170
		30 (kala ulang 25 tahun)	46549

Tabel 6a. Debit Air Kotor Kala Ulang 5 Tahun

Saluran	A (ha)	Q (m ³ /det/ha)	Q _{ak} (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	2,05525	0,00033	0,00068
B	15,66731	0,00033	0,00515
C	4,86574	0,00033	0,00160
C'	3,06101	0,00033	0,00101
D	21,12285	0,00033	0,00695
D'	6,03267	0,00033	0,00198
E	27,83280	0,00033	0,00915
E'	3,02855	0,00033	0,00100
F	6,33933	0,00033	0,00208
F'	2,51439	0,00033	0,00083
G	10,81544	0,00033	0,00356
H	16,60138	0,00033	0,00546
I	20,16562	0,00033	0,00663
J	24,86463	0,00033	0,00818
K	8,41216	0,00033	0,00277
L	4,44185	0,00033	0,00146
L'	2,34334	0,00033	0,00077
M	6,03919	0,00033	0,00199
N	5,18179	0,00033	0,00170
O	0,13908	0,00033	0,00005

Tabel 6b. Debit Air Kotor Kala Ulang 10 Tahun

Saluran	A (ha)	Q (m ³ /det/ha)	Q _{ak} (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	2,05525	0,00035	0,00073
B	15,66731	0,00035	0,00555
C	4,86574	0,00035	0,00172
C'	3,06101	0,00035	0,00109
D	21,12285	0,00035	0,00749
D'	6,03267	0,00035	0,00214
E	27,83280	0,00035	0,00987
E'	3,02855	0,00035	0,00107

F	6,33933	0,00035	0,00225
F'	2,51439	0,00035	0,00089
G	10,81544	0,00035	0,00383
H	16,60138	0,00035	0,00588
I	20,16562	0,00035	0,00715
J	24,86463	0,00035	0,00881
K	8,41216	0,00035	0,00298
L	4,44185	0,00035	0,00157
L'	2,34334	0,00035	0,00083
M	6,03919	0,00035	0,00214
N	5,18179	0,00035	0,00184
O	0,13908	0,00035	0,00005

Tabel 6c. Debit Air Kotor Kala Ulang 25 Tahun

Saluran	A (ha)	Q (m ³ /det/ha)	Qak (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	2,05525	0,00044	0,00091
B	15,66731	0,00044	0,00696
C	4,86574	0,00044	0,00216
C'	3,06101	0,00044	0,00136
D	21,12285	0,00044	0,00938
D'	6,03267	0,00044	0,00268
E	27,83280	0,00044	0,01236
E'	3,02855	0,00044	0,00134
F	6,33933	0,00044	0,00281
F'	2,51439	0,00044	0,00112
G	10,81544	0,00044	0,00480
H	16,60138	0,00044	0,00737
I	20,16562	0,00044	0,00895
J	24,86463	0,00044	0,01104
K	8,41216	0,00044	0,00373
L	4,44185	0,00044	0,00197
L'	2,34334	0,00044	0,00104
M	6,03919	0,00044	0,00268
N	5,18179	0,00044	0,00230
O	0,13908	0,00044	0,00006

Debit Banjir Rancangan (Q_{ranc})

Dengan menjumlahkan debit air hujan (Q_{ah}) dan debit air kotor (Q_{ak}), maka akan didapatkan debit banjir rancangan (Q_{ranc}).

Tabel 7a. Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 5 Tahun

Saluran	Qah (m ³ /det)	Qak (m ³ /det)	Qranc (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	0,38323	0,00068	0,38391
B	0,67552	0,00515	0,68067
C	1,01085	0,00160	1,01245
C'	0,33276	0,00101	0,33376
D	2,56209	0,00695	2,56904
D'	0,53195	0,00198	0,53393
E	1,70975	0,00915	1,71890
E'	0,45006	0,00100	0,45106
F	0,76985	0,00208	0,77193
F'	0,60408	0,00083	0,60491
G	1,76126	0,00356	1,76481
H	2,51868	0,00546	2,52414
I	2,52276	0,00663	2,52939
J	3,06549	0,00818	3,07367
K	1,37117	0,00277	1,37394
L	0,52054	0,00146	0,52200
L'	0,40827	0,00077	0,40904
M	0,85472	0,00199	0,85671
N	0,82244	0,00170	0,82415
O	0,04735	0,00005	0,04739

Tabel 7b. Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun

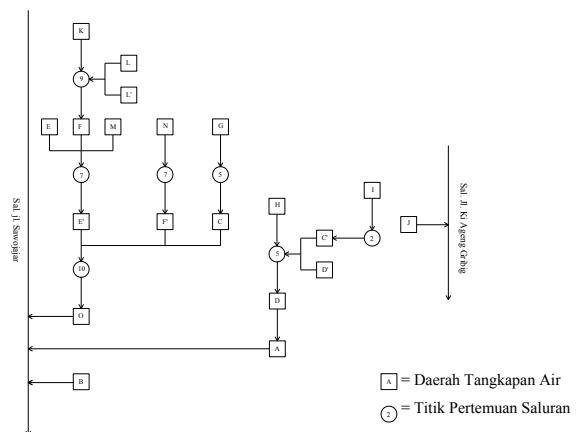
Saluran	Qah (m ³ /det)	Qak (m ³ /det)	Qranc (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	0,41401	0,00073	0,41474
B	0,72977	0,00555	0,73532
C	1,09204	0,00172	1,09376

C'	0,35948	0,00109	0,36057
D	2,76786	0,00749	2,77535
D'	0,57467	0,00214	0,57681
E	1,84706	0,00987	1,85693
E'	0,48621	0,00107	0,48728
F	0,83167	0,00225	0,83392
F'	0,65259	0,00089	0,65349
G	1,90271	0,00383	1,90655
H	2,72096	0,00588	2,72685
I	2,72537	0,00715	2,73252
J	3,31170	0,00881	3,32051
K	1,48130	0,00298	1,48428
L	0,56235	0,00157	0,56392
L'	0,44106	0,00083	0,44189
M	0,92337	0,00214	0,92551
N	0,88850	0,00184	0,89033
O	0,05115	0,00005	0,05120

Tabel 7c. Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 25 Tahun

Saluran	Qah (m ³ /det)	Qak (m ³ /det)	Qranc (m ³ /det)
(1)	(2)	(3)	(4)
A	0,44027	0,00091	0,44119
B	0,77606	0,00696	0,78302
C	1,16131	0,00216	1,16347
C'	0,38229	0,00136	0,38365
D	2,94344	0,00938	2,95282
D'	0,61112	0,00268	0,61380
E	1,96423	0,01236	1,97659
E'	0,51705	0,00134	0,51839
F	0,88443	0,00281	0,88725
F'	0,69399	0,00112	0,69511
G	2,02341	0,00480	2,02821
H	2,89356	0,00737	2,90093
I	2,89826	0,00895	2,90721
J	3,52177	0,01104	3,53281
K	1,57526	0,00373	1,57900
L	0,59802	0,00197	0,59999
L'	0,46903	0,00104	0,47007
M	0,98194	0,00268	0,98462
N	0,94486	0,00230	0,94716
O	0,05440	0,00006	0,05446

Dengan melihat skema jaringan drainase yang ada seperti pada gambar 3, maka dapat dihitung debit banjir rencana kumulatif.



Gambar 3. Skema Jaringan Drainase.

Tabel 8a. Debit Banjir Rancangan (Q_{ranc}) Kumulatif Kala Ulang 5 Tahun (Q_5)

Saluran	Debit Yang Mengalir	$Q_{\text{ranc}} \text{ (m}^3/\text{det)}$
A	$QA + \Sigma QD$	8,87417
B	QB	0,68067
C	$QC + \Sigma QG$	2,77727
C'	$QC' + \Sigma QI$	2,86316
D	$QD + \Sigma QH + \Sigma QC' + \Sigma QD'$	8,49026
D'	QD'	0,53393
E	QE	1,71890
E'	$QE' + \Sigma QE + \Sigma QF + \Sigma QM$	6,10357
F	$QF + \Sigma QK + \Sigma QL + \Sigma QL'$	3,07691
F'	$QF' + \Sigma QN$	1,42905
G	QG	1,76481
H	QH	2,52414
I	QI	2,52939
J	QJ	3,07367
K	QK	1,37394
L	QL	0,52200
L'	QL'	0,40904
M	QM	0,85671
N	QN	0,82415
O	$QO + \Sigma QC + \Sigma QE' + \Sigma QF'$	10,35729

Tabel 8b. Debit Banjir Rancangan (Q_{ranc}) Kumulatif Kala Ulang 10 Tahun (Q_{10})

Saluran	Debit Yang Mengalir	$Q_{\text{ranc}} \text{ (m}^3/\text{det)}$
A	$QA + \Sigma QD$	9,58683
B	QB	0,73532
C	$QC + \Sigma QG$	3,00031
C'	$QC' + \Sigma QI$	3,09309
D	$QD + \Sigma QH + \Sigma QC' + \Sigma QD'$	9,17209
D'	QD'	0,57681
E	QE	1,85693
E'	$QE' + \Sigma QE + \Sigma QF + \Sigma QM$	6,59373
F	$QF + \Sigma QK + \Sigma QL + \Sigma QL'$	3,32401
F'	$QF' + \Sigma QN$	1,54382
G	QG	1,90655
H	QH	2,72685
I	QI	2,73252
J	QJ	3,32051
K	QK	1,48428
L	QL	0,56392
L'	QL'	0,44189
M	QM	0,92551
N	QN	0,89033
O	$QO + \Sigma QC + \Sigma QE' + \Sigma QF'$	11,18906

Tabel 8c. Debit Banjir Rancangan (Q_{ranc}) Kumulatif Kala Ulang 25 Tahun (Q_{25})

Saluran	Debit Yang Mengalir	$Q_{\text{ranc}} \text{ (m}^3/\text{det)}$
A	$QA + \Sigma QD$	10,19959
B	QB	0,78302
C	$QC + \Sigma QG$	3,19168
C'	$QC' + \Sigma QI$	3,29085
D	$QD + \Sigma QH + \Sigma QC' + \Sigma QD'$	9,75841
D'	QD'	0,61380
E	QE	1,97659
E'	$QE' + \Sigma QE + \Sigma QF + \Sigma QM$	7,01591
F	$QF + \Sigma QK + \Sigma QL + \Sigma QL'$	3,53631
F'	$QF' + \Sigma QN$	1,64227
G	QG	2,02821
H	QH	2,90093
I	QI	2,90721
J	QJ	3,53281
K	QK	1,57900
L	QL	0,59999
L'	QL'	0,47007
M	QM	0,98462
N	QN	0,94716
O	$QO + \Sigma QC + \Sigma QE' + \Sigma QF'$	11,90432

Evaluasi Saluran Drainase

Adalah membandingkan antara debit banjir rancangan (Q_{ranc}) dengan kapasitas saluran (Q_{kap}). Akan tetapi perlu dicari terlebih dahulu kapasitas saluran dengan persamaan (15).

Tabel 9. Kapasitas Saluran

Saluran	Mengalir		A (m2)	v (m/det)	Qkap (m3/det)
	Dari	Ke			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	10	Outlet	3,46810	2,42802	8,42060
B	10	Outlet	0,91200	1,63164	1,48805
C	5	10	1,04294	2,00607	2,09220
C'	2	5	0,40925	0,81995	0,33556
D	5	10	1,05175	3,27228	3,44161
D'	2	5	0,68411	0,83756	0,57299
E	8	7	0,52500	0,69230	0,36346
E'	7	10	0,92444	1,87137	1,72998
F	9	7	0,56700	1,04393	0,59191
F'	7	10	0,52590	1,48943	0,78329
G	3	5	0,85288	1,80522	1,53964
H	3	5	0,74021	1,84680	1,36702
I	1	2	0,42090	1,40131	0,58981
J	1	Outlet	0,56237	1,55601	0,87505
K	8	9	0,45000	1,35876	0,61144
L	4	9	0,45000	1,19287	0,53679
L'	4	9	0,43200	1,16643	0,50390
M	6	7	0,35655	1,25728	0,44828
N	6	7	0,33395	1,25557	0,41929
O	10	Outlet	1,27214	2,71602	3,45516

Tabel 10a. Evaluasi Kapasitas Saluran Dengan Q_5

Saluran	$Q_{\text{ranc}} \text{ (m}^3/\text{det)}$	$Q_{\text{kap}} \text{ (m}^3/\text{det)}$	$Q_{\text{kap}} - Q_{\text{ranc}}$	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	8,874168114	8,420601764	-0,45356635	Tidak Aman!
B	0,680668031	1,488052641	0,807384611	Aman!
C	2,77726639	2,092203777	-0,685062613	Tidak Aman!
C'	2,86315644	0,335561307	-2,527595133	Tidak Aman!
D	8,490259823	3,44161348	-5,048646343	Tidak Aman!
D'	0,533929621	0,572987743	0,039058122	Aman!
E	1,718901145	0,363460799	-1,355440346	Tidak Aman!
E'	6,103571943	1,729975523	-4,37359642	Tidak Aman!
F	3,076906306	0,591909075	-2,484997231	Tidak Aman!
F'	1,429054268	0,783290041	-0,645764227	Tidak Aman!
G	1,764814937	1,539642252	-0,225172685	Tidak Aman!
H	2,524135696	1,367018708	-1,157116988	Tidak Aman!
I	2,529392086	0,589813711	-1,939578375	Tidak Aman!
J	3,073671072	0,875053801	-2,198617271	Tidak Aman!
K	1,373938527	0,611442709	-0,762495818	Tidak Aman!
L	0,522000309	0,536792758	0,014792449	Aman!
L'	0,409037252	0,503896691	0,094859439	Aman!
M	0,856709345	0,448280933	-0,408428413	Tidak Aman!
N	0,82414835	0,41929464	-0,40485371	Tidak Aman!
O	10,35728754	3,455162133	-6,902125411	Tidak Aman!

Tabel 10b. Evaluasi Kapasitas Saluran Dengan Q_{10}

Saluran	$Q_{\text{ranc}} \text{ (m}^3/\text{det)}$	$Q_{\text{kap}} \text{ (m}^3/\text{det)}$	$Q_{\text{kap}} - Q_{\text{ranc}}$	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	9,58683123	8,420601764	-1,166229466	Tidak Aman!
B	0,735322557	1,488052641	0,752730084	Aman!
C	3,000306714	2,092203777	-0,908102938	Tidak Aman!
C'	3,093088893	0,335561307	-2,757527586	Tidak Aman!
D	9,172091442	3,44161348	-5,730477962	Tidak Aman!
D'	0,576806725	0,572987743	-0,003818981	Tidak Aman!
E	1,856930411	0,363460799	-1,493469612	Tidak Aman!
E'	6,593726386	1,729975523	-4,863750863	Tidak Aman!
F	3,324007176	0,591909075	-2,732098101	Tidak Aman!
F'	1,543820916	0,783290041	-0,760530875	Tidak Aman!
G	1,906545312	1,539642252	-0,36690306	Tidak Aman!
H	2,726845394	1,367018708	-1,359826686	Tidak Aman!
I	2,732521097	0,589813711	-2,142707386	Tidak Aman!
J	3,320509449	0,875053801	-2,445455648	Tidak Aman!
K	1,484278047	0,611442709	-0,872835339	Tidak Aman!
L	0,563920595	0,536792758	-0,027127837	Tidak Aman!

L'	0,441886721	0,503896691	0,06200997	Aman!
M	0,925510114	0,448280933	-0,477229181	Tidak Aman!
N	0,890334706	0,41929464	-0,471040066	Tidak Aman!
O	11,18905532	3,455162133	-7,733893185	Tidak Aman!

Tabel 10c. Evaluasi Kapasitas Saluran Dengan Q₂₅

Saluran	Q _{ranc} (m ³ /det)	Q _{kap} (m ³ /det)	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	10,19959213	8,420601764	-1,778990364	Tidak Aman!
B	0,783016606	1,488052641	0,705036035	Aman!
C	3,191680389	2,092203777	-1,099476612	Tidak Aman!
C'	3,290853408	0,335561307	-2,955292101	Tidak Aman!
D	9,758405812	3,44161348	-6,316792332	Tidak Aman!
D'	0,613800247	0,572987743	-0,040812504	Tidak Aman!
E	1,976587945	0,363460799	-1,613127146	Tidak Aman!
E'	7,015910578	1,729975523	-5,285935055	Tidak Aman!
F	3,536306778	0,591909075	-2,944397703	Tidak Aman!
F'	1,642268125	0,783290041	-0,858978083	Tidak Aman!
G	2,02821071	1,539642252	-0,488568458	Tidak Aman!
H	2,900933734	1,367018708	-1,533915026	Tidak Aman!
I	2,907208126	0,589813711	-2,317394415	Tidak Aman!
J	3,532810007	0,875053801	-2,657756206	Tidak Aman!
K	1,57899611	0,611442709	-0,967553401	Tidak Aman!
L	0,599990172	0,536792758	-0,063197414	Tidak Aman!
L'	0,470074598	0,503896691	0,033822093	Aman!
M	0,984623985	0,448280933	-0,536343052	Tidak Aman!
N	0,947159824	0,41929464	-0,527865184	Tidak Aman!
O	11,90431765	3,455162133	-8,449155514	Tidak Aman!

Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Didalam perencanaan ulang saluran drainase ini prinsip dasarnya adalah memperbaiki saluran drainase yang sudah ada dan sedapat mungkin tidak merubah dimensi yang sudah ada serta mengusahakan agar tidak terlalu mengubah lebar saluran dan kemiringan dinding saluran tetapi merubah kedalamannya. Keterbatasan lahan merupakan pertimbangan utama dalam hal ini.

Perencanaan dilakukan dengan cara coba-coba, yaitu mencoba merencanakan lebar dan tinggi saluran sehingga didapatkan kapasitas tampungan yang cukup optimal.

Tabel 11a. Perencanaan Ulang Saluran Dengan Q₅

Saluran	b (m)	h (m)	z	Q _{kap} (m ³ /det)	Q _{ranc} (m ³ /det)	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	1,8	0,9	0	8,950527641	8,874168114	0,076359527	Aman!
B	2,4	0,8	0,17	2,796249871	2,77726639	0,018983481	Aman!
C	0,8	1,2	0,24	3,031421641	2,86315644	0,168265201	Aman!
C'	1	1,45	0,33	8,772275043	8,490259823	0,28201522	Aman!
D	0,9	1,65	0,25	0,572987743	0,519329621	0,053658122	Aman!
D'	0,6	0,82	0,29	1,709959271	1,718901145	-0,008941874	Aman!
E	0,9	1,45	0,21	6,429746594	6,103571943	0,326174651	Aman!
F	0,9	1,5	0,3	3,158253296	3,076906306	0,08134699	Aman!
F'	0,8	1	0,08	1,489191451	1,429054268	0,060137183	Aman!
G	0,7	1,05	0,23	1,855463996	1,764814037	0,090649959	Aman!
H	0,7	1,2	0,26	2,58757795	2,524135696	0,063442254	Aman!
I	0,8	1,25	0,20	2,578656039	2,529392086	0,049263953	Aman!
J	1	1,15	0,22	3,086925885	3,073671072	0,013254813	Aman!
K	0,8	0,9	0,2	1,466248066	1,373938527	0,09230954	Aman!
L	0,6	0,6	0,25	0,536792758	0,52000309	0,014793449	Aman!
L'	0,6	0,6	0,2	0,503896691	0,490903752	0,009489439	Aman!
M	0,5	0,9	0,2	0,885865261	0,856709345	0,029155916	Aman!
N	0,5	0,8	0,27	0,837984091	0,82414835	0,013835741	Aman!
O	1,3	1,75	0,21	10,82824057	10,35738754	0,470853024	Aman!

Tabel 11b. Perencanaan Ulang Saluran Dengan Q₁₀

Saluran	b (m)	h (m)	z	A (m ²)	V (m/s)	Q (m ³ /det)	Q _{kap} (m ³ /det)	Q _{ranc} (m ³ /det)	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
A	1,8	0,9	0	1,09810	1,22287	1,33841	1,33841	1,33841	0	Aman!
B	2,4	0,8	0,17	1,40206	1,17205	1,63827	1,33841	1,33841	0,30000	Aman!
C	0,8	1,2	0,24	2,34099	1,02077	2,39229	1,33841	1,33841	1,05388	Aman!
C'	1	1,45	0,33	2,44099	1,02077	2,49229	1,33841	1,33841	1,15388	Aman!
D	0,9	1,65	0,25	1,27275	1,02077	1,30000	1,33841	1,33841	0,03841	Aman!
D'	0,6	0,82	0,29	0,75794	1,02077	0,77500	1,33841	1,33841	0,56296	Aman!
E	0,9	1,45	0,21	2,00000	1,02077	2,04000	1,33841	1,33841	0,70159	Aman!
F	0,9	1,5	0,3	2,00000	1,02077	2,04000	1,33841	1,33841	0,70159	Aman!
F'	0,8	1	0,08	1,20000	1,02077	1,20000	1,33841	1,33841	0,13841	Aman!
G	0,7	1,05	0,23	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
H	0,7	1,2	0,26	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
I	0,8	1,25	0,20	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
J	1	1,15	0,22	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
K	0,8	0,9	0,2	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
L	0,6	0,6	0,25	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
L'	0,6	0,6	0,2	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
M	0,5	0,9	0,2	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
N	0,5	0,8	0,27	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
O	1,3	1,7	0,21	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!

Tabel 11c. Perencanaan Ulang Saluran Dengan Q₂₅

Saluran	b (m)	h (m)	z	A (m ²)	V (m/s)	Q (m ³ /det)	Q _{kap} (m ³ /det)	Q _{ranc} (m ³ /det)	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
A	1,8	0,9	0	1,09810	1,22287	1,33841	1,33841	1,33841	0	Aman!
B	2,4	0,8	0,17	1,40206	1,17205	1,63827	1,33841	1,33841	0,30000	Aman!
C	0,8	1,2	0,24	2,34099	1,02077	2,39229	1,33841	1,33841	1,05388	Aman!
C'	1	1,45	0,33	2,44099	1,02077	2,49229	1,33841	1,33841	1,15388	Aman!
D	0,9	1,65	0,25	1,27275	1,02077	1,30000	1,33841	1,33841	0,03841	Aman!
D'	0,6	0,82	0,29	0,75794	1,02077	0,77500	1,33841	1,33841	0,56296	Aman!
E	0,9	1,45	0,21	2,00000	1,02077	2,04000	1,33841	1,33841	0,70159	Aman!
F	0,9	1,5	0,3	2,00000	1,02077	2,04000	1,33841	1,33841	0,70159	Aman!
F'	0,8	1,0	0,08	1,20000	1,02077	1,20000	1,33841	1,33841	0,13841	Aman!
G	0,7	1,05	0,23	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
H	0,7	1,2	0,26	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
I	0,8	1,25	0,20	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
J	1	1,15	0,22	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
K	0,8	0,9	0,2	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!
L	0,6	0,6	0,25	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
L'	0,6	0,6	0,2	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
M	0,5	0,9	0,2	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
N	0,5	0,8	0,27	0,60000	1,02077	0,60000	1,33841	1,33841	0,73841	Aman!
O	1,3	1,7	0,21	1,00000	1,02077	1,02000	1,33841	1,33841	0,31841	Aman!

Tabel 12a. Dimensi Saluran Awal dan Dimensi Saluran Rencana Untuk Debit Banjir Rencana Q₅

Saluran	Dimensi Awal			Dimensi Rencana			Kapasitas Awal	Kapasitas Rencana
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
A	1,8	0,8	0	1,8	0,9	0	8,42060	8,95053
B	2,4	0,8	0,17	2,4	0,8	0,17	1,48805	1,47335
B	0,9	0,8	0,3	0,9	0,80	0,3	2,09220	2,79625
C	0,8	0,8	0,24	0,8	1,2	0,24	3,21252	3,03142
D	0,8	1,5	0,588	0,33	1	0,33	3,3556	8,77228
D'	0,6	0,82	0,29	0,6	0,82	0,29	0,57299	0,57299
E	0,6	0,7	0,21	0,9	1,45	0,21	0,36346	1,76997
E'	0,8	0,8	0,44	0,8	1,65	0,44	1,72998	6,42975
F	0,6	0,8	0,3	0,9	1,5	0,3	0,59191	3,15825
F'	0,8	0,62	0,08	0,8	1	0,08	0,78329	1,48919
G	0,7	0,933	0,23	0,7	1,05	0,23	1,53964	1,85546
H	0,7	0,81	0,26	0,7	1,2	0,26	1,36702	2,58758
I	0,6	0,588	0,20	0,8	1,25	0,20	0,58981	2,57866
J	0,6	0,737	0,22	1	1,15	0,22	0,87505	3,08693
K	0,8	0,5	0,2	0,8	0,9	0,2	0,61144	1,45625
L	0,6	0,6	0,25	0,6	0,6	0,25	0,53679	0,53679
L'	0,6	0,6	0,2	0,6	0,6	0,2	0,50390	0,50390
M	0,5	0,579	0,2	0,5	0,9	0,2	0,44828	0,88587
N	0,5	0,521	0,27	0,5	0,8	0,27	0,41929	0,83798
O	0,7	1,3	0,21	1,3	1,75	0,21	3,45516	10,82824

Tabel 12b. Dimensi Saluran Awal dan Dimensi Saluran Rencana Untuk Debit Banjir Rencana Q₁₀

Saluran	Dimensi Awal			Dimensi Rencana			Kapasitas Awal	Kapasitas Rencana
	b ₁	h ₁	z ₁	b ₁	h ₁	z ₁	Q ₁	Q ₁
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
A	1,8	0,8	0	1,8	1,1	0	8,42060	10,01687
B	2,4	0,8	0,17	2,4	0,8	0,17	1,48805	1,47335
C	0,8	1	0,24	0,8	1,3	0,24	2,09220	3,18253
C'	0,5	0,588	0,33	1	1,5	0,33	0,33556	3,21252
D	0,8	1	0,25	0,9	1,7	0,25	3,44161	9,22056
D'	0,6	0,82	0,29	0,6	0,85	0,29	0,57299	0,60788
E	0,6	0,7	0,21	0,9	1,5	0,21	0,36346	1,86776
E'	0,8	0,6	0,44	0,8	1,7	0,44	1,72998	6,80961
F	0,6	0,7	0,3	0,9	1,55	0,3	0,59191	3,34024
F'	0,8	0,62	0,08	0,8	1,05	0,08	0,78329	1,58963
G	0,7	0,933	0,23	0,7	1,1	0,23	1,53964	1,99837
H	0,7	0,81	0,26	0,7	1,25	0,26	1,36702	2,77024
I	0,6	0,588	0,20	0,8	1,3	0,20	0,58981	2,74083
J	0,6	0,737	0,22	1	1,25	0,22	0,87505	3,51058
K	0,8	0,5	0,2	0,8	0,95	0,2	0,61144	1,59111
L	0,6	0,6	0,25	0,6	0,6	0,25	0,53679	0,60800
M	0,6	0,6	0,2	0,6	0,6	0,2	0,50260	0,50260
N	0,5	0,579	0,2	0,5	0,95	0,2	0,48428	0,95638
O	0,5	0,521	0,27	0,5	0,85	0,27	0,41929	0,92700
N	0,7	1,3	0,21	1,3	1,8	0,21	3,45516	11,31249

PENUTUP

Kesimpulan

Dari uraian dan hasil perhitungan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada daerah studi, curah hujan maksimum diperoleh dari stasiun hujan Lowokwaru. Perhitungan curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log-Pearson III. Hasil perhitungan curah hujan rancangan untuk kala ulang 5 tahun adalah sebesar 82,60057 mm, curah hujan rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah sebesar 89,23454 mm, sedangkan curah hujan rancangan untuk kala ulang 25 adalah sebesar 94,89511 mm.
2. Berdasarkan perhitungan debit banjir rancangan, besarnya debit banjir yang harus dibuang pada bagian keluaran (outlet) dengan kala ulang 5 tahun adalah 8,81417 m³/det pada saluran A; 0,68067 m³/det pada saluran B; 3,07367 m³/det pada saluran J; dan 10,35729 m³/det pada saluran O. Dengan kala ulang 10 tahun adalah 9,58683 m³/det pada saluran A; 0,73532 m³/det pada saluran B; 3,32051 m³/det pada saluran J; dan 11,18906 m³/det pada saluran O. Dengan kala ulang 25 tahun adalah 10,19959 m³/det pada saluran A; 0,78302 m³/det pada saluran B; 3,53281 m³/det pada saluran J; dan 11,90432 m³/det pada saluran O.
3. Berdasarkan pada hasil evaluasi saluran, didapatkan saluran B, D', L, dan L' masih aman untuk debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun, sedangkan saluran B dan L' masih aman untuk debit banjir rancangan kala ulang 10 tahun dan 25 tahun, sedangkan saluran lainnya masih diperlukan perencanaan ulang karena kapasitasnya tidak memenuhi debit banjir rencana.

Saran

Semakin meningkatnya intensitas hujan mengakibatkan kapasitas saluran drainase yang ada di kawasan perumahan Sawojajar tidak mampu lagi menampung air hujan yang mengalir ke permukaan sehingga seringkali terjadi banjir apabila musim hujan tiba.

Agar perumahan Sawojajar terhindar dari banjir yang kerap kali terjadi, maka perlu direncanakan saluran yang mampu menampung debit banjir rancangan yaitu dengan memperhitungkan besarnya jumlah debit air hujan dan debit air kotor. Saluran yang telah direncanakan ulang juga tidak akan mampu mencegah terjadinya banjir apabila tidak dilakukan perawatan/pemeliharaan secara periodik oleh masyarakat setempat seperti membersihkan sampah, sedimen yang mengendap pada saluran, serta membersihkan tanaman-tanaman liar yang tumbuh di sepanjang saluran drainase.

Untuk perencanaan ulang saluran drainase disarankan untuk merencanakan kapasitas saluran menggunakan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun, karena selain menghasilkan kapasitas yang lebih besar, dimensinya tidak jauh berbeda dengan kapasitas saluran yang menggunakan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven Te. 1997. *Open Channel Hydraulics*. Jakarta : Eralangga.
- Faridah, 2009. *Studi Evaluasi Saluran Drainase Pada Perumahan Gresik Kota Baru Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik* : Jurusan Sipil FT UB.
- Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Ide Dharma.
- Suhardjono, 1984. *Drainasi*. Malang : FT UB.